

氏名	鍾 佳榮
ヨミガナ	ショウ カエイ
学位の種類	博士（文化財）
学位記番号	博美第586号
学位授与年月日	平成30年3月26日
学位論文等題目	〈論文〉 竹紙の保存性に及ぼす製造方法の影響 〈作品〉 〈演奏〉

論文等審査委員

（主査）	東京藝術大学	教授	（美術学部）	稲葉 政満
（論文第1副査）	東京藝術大学	教授	（美術学部）	桐野 文良
（作品第1副査）	東京藝術大学	准教授	（美術学部）	塚田 全彦
（副査）	東京藝術大学	教授	（美術学部）	木島 隆康
（副査）			（ ）	
（副査）			（ ）	
（副査）			（ ）	
（副査）			（ ）	
（副査）			（ ）	
（副査）			（ ）	

（論文内容の要旨）

1. 研究目的

竹紙は中国唐代から漉かれたとみられ、薄いわりに丈夫、平滑で、発墨性やしみ効果も良い。そのため、中国の書画、書籍に用いられている紙に占める竹紙の割合は大きい。日本においても中国との交流により仏典書画などの形、或いはこれらの素材として竹紙が招来されている。これらの文化財の保存修復には当時の竹紙と同等の質の竹紙が望まれている。さらに現代では漂白などに化学薬品などが使用されることもあり、文化財修理に用いる材料としての保存性も心配されている。中国での伝統的な竹紙製造は長期間の石灰液浸漬発酵処理を行う点にその特徴がある。この、石灰液浸漬発酵処理が竹紙の保存性にどのように影響しているのか、中国で発酵処理した粗竹繊維に対する煮熟方法あるいは発酵段階の違いによる影響を明かにし、保存性に優れた製造法を提言することを、本研究の目的とした。

2. 煮熟剤の違いが竹紙の性状に及ぼす影響

伝統的な手漉き竹紙の製造過程は複雑で時間を要するため、中国の鉛山において竹を①水浸漬発酵、②石灰液浸漬発酵（1回目）、③石灰液浸漬発酵（2回目）して調製された粗竹繊維を入手した。この粗竹繊維を用いて、苛性ソーダ（水酸化ナトリウム）、ソーダ灰（炭酸ナトリウム）および石灰（水酸化カルシウム）の3種の煮熟剤の違いにより製造した竹紙の物性や耐久性を検討した。煮熟速度は苛性ソーダ＞ソーダ灰＞石灰の順であった。叩解後抄紙したところ、ソーダ灰88%（C88）と石灰94%（以下L94）では結束繊維が残り、地合（シート中の繊維分布の均一性）が悪かったため、煮熟時間を延ばし、ソーダ灰82%（C82）および石灰84%（L84）も抄紙した。長時間煮熟した石灰84%（L84）ではセルロースの重合度が大幅に低下し、紙の耐折強さや引裂強さも大きく低下していた。抄紙した竹紙の初期pHは8.7～9.2と高く、高濃度のドウサを塗布してもpHは7.9以上を保っていた。そのため、湿熱劣化処理によるセルロースの重合度や紙の強度低下は小さいものであった。この高いpHの安定性は石灰液中での浸漬発酵処理時に繊維中に石灰が浸透し、紙中に残留しているためである。苛性ソーダ煮熟ではソーダ灰煮熟と較べてグルクロノキシラン（ヘミセルロースの主成分）量がより多く減少していたが、セルロースの重

合度はソーダ灰煮熟と大きな差はないことから、煮熟条件を緩和すれば、より良好な結果が得られる可能性がある。

3. 発酵工程の違いによる影響

中国の鉛山で竹を水浸漬発酵、石灰液浸漬発酵1回目、石灰液浸漬発酵2回目の処理をした各発酵段階の粗繊維をソーダ灰及び苛性ソーダで煮熟して発酵段階の違いによる竹紙の保存性を検討した。

発酵処理が進むとセルロースの重合度が低下し、製造した竹紙の耐折強さと引裂強さを低下する。竹紙中の灰分量は水発酵のみではほとんど含まれず、石灰液浸漬発酵処理1回そして2回と増加した。そのため、ドウサ引きすると水発酵のみでは大きくpHが低下し、石灰液浸漬発酵処理2回がもっとも低用量が少なかった。石灰液浸漬発酵処理1回では低下するものの、高濃度ドウサ液塗布でもpHは7以上となっており、実用上問題とならないアルカリリザーブ量の石灰を含む。よって、石灰液浸漬発酵処理による物性の低下はあるが、保存性を考えるならば石灰液浸漬発酵処理1回の粗竹繊維を煮熟するのが2回処理したものよりも保存性の観点からは良いと言える。

ソーダ灰の方が苛性ソーダよりも穏やかなため、セルロースの重合度やグルクロノキシランの存在量の低下も少なかった。しかし、苛性ソーダでも煮熟条件を緩和すればソーダ灰同様使用可能である。

4. まとめ

煮熟剤としては石灰より苛性ソーダやソーダ灰の方が適している。現在の2段階の石灰液浸漬発酵処理は繊維中に多量の石灰が保持される処理であり、竹紙に独特の性状を付与する。竹紙の長期保存性に関与するアルカリリザーブとしては、1回の石灰浸漬発酵処理で十分であり、この方が2回の石灰浸漬発酵処理したものよりも浸漬発酵処理中の物性の低下が少ないため良い。本研究では、保存修復用の竹紙の生産方法としては、石灰液浸漬発酵処理は必要であるが、現状の方法よりも処理段階を減らすあるいは短縮する方が良い竹紙を製造できることを明かにした。これは、石灰液中での浸漬発酵処理を行わない現代の竹紙製造法に対する伝統的な竹紙製造法の優位性を裏付け、またコスト的な問題も改善できるので、今後の保存性に優れた竹紙の安定供給の道を開き、ひいては多くの竹紙文化財の保存に寄与する成果である。

(論文審査結果の要旨)

竹紙は中国において大量に製造されており、中国のみならず日本においても文化財の基材として用いられている。そのため、補修用の竹紙の供給が求められている。竹紙の製造には長期の石灰液中での浸漬発酵処理が必要であり、この伝統的な手法を守って行くことが重要である。そのためには伝統的な手法の優位性を示すことが重要である。本論文ではこの伝統的な竹紙の石灰液浸漬発酵処理が竹紙の保存性に及ぼす効果を検討している。

第1章では、竹紙の歴史、特徴、製造法、種類について文献をまとめ、中国江西省鉛山の竹紙製造所を訪問して実際の製造方法を調査している。最後に竹紙の保存性に関する既往の研究をまとめている。

第2章では、鉛山において竹を水浸漬発酵処理1回、石灰液浸漬発酵処理2回を行った粗竹繊維を入手して、石灰(水酸化カルシウム)、ソーダ灰(炭酸ナトリウム)および苛性ソーダ(水酸化ナトリウム)の3種のアルカリを用いて煮熟している。石灰は煮熟速度が遅く、長時間の加熱処理によりセルロースの重合度がより低下し、紙の機械的強度も低く、煮熟剤としては不適切であることを示している。製造した紙中の灰分量は7%以上と高く、酸性サイズであるドウサの高濃度液を塗布してもpHは7.9以上を保持しており、その後の湿熱劣化(80℃、65%rh、8週間)による物性低下が抑制されることを示している。

第3章では、浸漬発酵処理段階の異なる竹粗繊維をソーダ灰と苛性ソーダでそれぞれ煮熟している。発酵段階が進むとセルロースの重合度は低下し、機械的強度も低下することが明らかになった。そのため、竹紙の初期物性からは石灰液浸漬発酵処理はしない方がよいこととなった。しかし、製造した竹紙にドウサ塗布を行うと、水浸漬発酵処理のみの粗繊維からの竹紙は高濃度液の塗布ではpHが5以下となり、保存性には問題があることがわかった。竹粗繊維中の灰分は水浸漬発酵処理のものは0.6%に過

ぎないが、石灰液浸漬発酵処理 1 回で4.4%、2 回で17.7%と増加していた。石灰液浸漬発酵処理1回のみ
の粗繊維からの竹紙でも高濃度ドウサ液塗布による pH は 7 以上を保持していたことから、酸による劣
化を抑制する充分量のアルカリリザーブを含んでいることを示している。よって、保存性の観点からは
石灰液浸漬発酵処理 1 回が 2 回よりも初期強度が高いことから、竹紙文化財の保存用紙としてより望ま
しいとしている。

第 4 章では以上の実験を総括している。煮熟剤としては石灰よりもソーダ灰や苛性ソーダが適してお
り、長期保存性を考慮した場合は、現在の石灰液浸漬発酵処理 2 回よりも 1 回など処理期間を短縮する
方が望ましいとしている。

ここで得られた成果は伝統的な石灰液浸漬発酵処理により、竹繊維中に石灰が取り込まれ、これがア
ルカリリザーブとして酸による竹紙の劣化を抑制することを示しており、伝統的な竹紙製造法が優れた
方法であることを明かにしている。また、文化財保存修復用紙としての竹紙製造には現在よりも簡略し
た方法が良いことも示しており、製造コストの低減、ひいては伝統的な製造法の維持に結びつく成果で
ある。

研究成果は学術論文 1 本、学会発表は海外でのアメリカ保存修復学会（A I C）および国際博物館協
会保存部会（I C O M C C）を含めて 3 回を既に行っており、追加の論文、学会発表も予定している。

以上の点から本論文は博士（文化財）の学位を授与するに十分な内容である。